

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. August 2005 (18.08.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/075926 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F28F 13/04**,
13/18

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/000883

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Januar 2005 (28.01.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
04002333.5 3. Februar 2004 (03.02.2004) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SCHMITZ, Friedhelm**
[DE/DE]; Elisabethstr. 39, 46537 Dinslaken (DE).

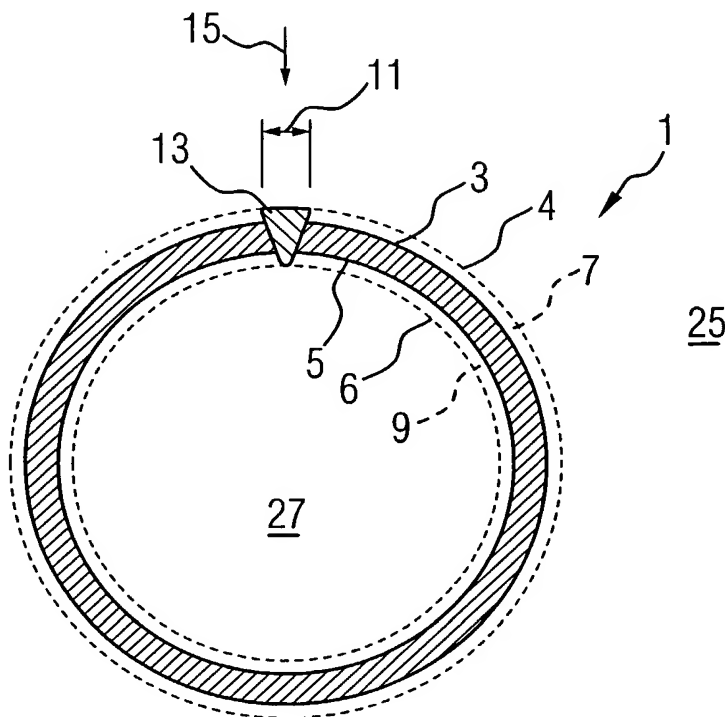
(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HEAT EXCHANGER PIPE, HEAT EXCHANGER AND USE THEREOF

(54) Bezeichnung: WÄRMETAUSCHERROHR, WÄRMETAUSCHER UND VERWENDUNG



(57) Abstract: According to the invention, in order to prevent a film from forming which obstructs the transfer of heat in heat exchanger pipes (1, 23), the heat exchanger pipe (1, 23) comprises an external side (4) which is adjacent to the external surface (3) and which is impinged upon by a steam medium, and an inner side (6) which is adjacent to an inner surface (5) and which is impinged upon by a coolant, such that the outer surface (3) is provided with a first layer (7) which reduces the adhesion of the steam on the outer surface (3) and/or the inner surface is provided with a second layer (9) which reduces the adhesion of a coolant to the inner surface (5) and which is embodied as a biocidal layer. The invention relates to a heat exchanger (17) and to the use thereof.

(57) Zusammenfassung: Um eine, den Wärmeübergang bei Wärmetauscherrohren (1, 23) behindernde Filmbildung zu vermeiden, ist bei einem Wärmetauscherrohr (1, 23) mit einer auf einer Außenoberfläche (3) liegenden Außenseite (4) zur Beaufschlagung mit einem Dampfmedium und einer auf einer Innenoberfläche (5) liegenden Innenseite (6) zur Beaufschlagung mit einem Kühlmedium gemäß dem vorgeschlagenen Konzept vorgesehen, dass die Außenoberfläche (3) mit einer eine Adhäsion des Dampfes an der

Außenoberfläche (3) verringern den ersten Schicht (7) versehen ist und/oder die Innenoberfläche mit einer ein Adhäsion des Kühlmediums an der Innenoberfläche (5) verringern den, als Biozidschicht angestalteten zweiten Schicht (9) versehen ist. Das Konzept führt auf einen Wärmetauscher (17) und eine Verwendung.

WO 2005/075926 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Wärmetauscherrohr, Wärmetauscher und Verwendung

5 Die Erfindung betrifft ein Wärmetauscherrohr mit einer auf einer Außenoberfläche liegenden Außenseite zur Beaufschlagung mit Dampf und einer auf einer Innenoberfläche liegenden Innenseite zur Beaufschlagung mit einem Kühlmedium. Die Erfindung betrifft weiter einen Wärmetauscher mit einer Kühlmediumführung und einer Dampfmediumführung, wobei die Kühlmediumführung eine Vielzahl von Wärmetauscherrohren zur Führung von Kühlmedium an der Innenseite eines Wärmetauscherrohres aufweist, und die Dampfmediumführung zur Beaufschlagung einer Außenseite eines Wärmetauscherrohres mit Dampfmedium ausgelegt ist. Die Erfindung führt auch auf eine Verwendung.

Wärmetauscher obiger Art dienen in der Regel dazu, die in einem fluiden Dampfmedium enthaltene Wärme auf ein fluides Kühlmedium zu überführen. Auf diese Weise kühlt sich das Dampfmedium ab, während sich das Kühlmedium erwärmt. Gegebenenfalls ist der Wärmetauscher so ausgelegt, dass die Abkühlung des Dampfmediums bis zu einer Kondensation des Dampfmediums führt - in diesem Fall wird ein Wärmetauscher auch als Kondensator, insbesondere Dampfcondensator, bezeichnet. Wärmetauscher, insbesondere Kondensatoren der genannten Art, sind üblicherweise in Kraftwerksanlagen installiert. Dort dient ein fluides Dampfmedium in der Regel als Arbeitsmedium zum Antrieb einer Turbine und gibt dabei seine kinetische Energie zum Antrieb der Turbine an einen Turbinenrotor ab, der wiederum zum Antrieb eines Generators dient.

Danach befindet sich ein turbinenausgangsseitiges Dampfmedium in der Regel in einem entspannten Zustand, d. h. es weist einen Druck im Bereich von 1 bar auf und ist kaum überhitzt. Dieses turbinenausgangsseitige Dampfmedium wird in der Regel einem Wärmetauscher, insbesondere einem Kondensator oben genannter Art, zugeführt. Ziel ist es in der Regel, das Dampf-

medium zu kondensieren, ggf. auch seinen Wärmeinhalt nach Abgabe an das Kühlmedium weiter zu nutzen.

Üblicherweise ist die Berandung einer Dampfmediumführung in
5 einem Wärmetauscher obiger Art durch eine Bewandung gebildet,
die aus einer Vielzahl von Wärmetauscherrohren der Kühlmedi-
umführung aufgebaut ist. Andere Konzepte sehen quer in einer
Dampfmediumführung angeordnete Kühlmediumführungen vor, so
dass ein in der Dampfmediumführung geführtes Dampfmedium an der
10 Vielzahl von Wärmetauscherrohren der Kühlmediumführung vor-
beiströmen muss. Dabei sollte das umbaute Volumen solcher
Wärmetauscher, insbesondere von Dampfkondensatoren, je nach
Auslegung, möglichst gering gehalten werden und so optimiert
werden, dass der Wirkungsgrad solcher Wärmetauscher möglichst
15 gut ist. Ziel bei einem Wärmetauscher ist es deshalb, den
Wärmeübergang bei einem Wärmetauscherrohr so effektiv wie
möglich zu gestalten, so dass das im Dampfmedium enthaltene
Maß an Wärme möglichst vollständig dem Kühlmedium zugeführt
werden kann und nicht anderweitig verloren geht oder unge-
20 wollterweise im Dampfmedium verbleibt. Eine Behinderung des
Wärmeübergangs erfolgt z. B. durch eine Ausbildung eines iso-
lierenden Kondensationsfilms an einer Außenseite eines Wärme-
tauscherrohres. Eine Behinderung des Wärmeübergangs ist umso
gravierender, je dichter ein isolierender Kondensationsfilm
25 dieser Art auf einer Außenoberfläche eines Wärmetauscherroh-
res ist. Dabei hängt die Art eines solchen Kondensationsfilms
maßgeblich von der Tropfenausbildung bzw. von dem Abtropfver-
halten von kondensiertem Dampfmedium ab.

30 Eine weitere Beeinträchtigung des Wärmeübergangs erfolgt
durch eine kühlmediumseitige Belagbildung an einer Innenseite
eines Wärmetauscherrohres. Eine solche Belagbildung erfolgt
im Laufe der Zeit dadurch, dass sich im Kühlmedium enthaltene
anorganische und organische Bestandteile auf der Innenober-
35 fläche eines Wärmestauscherrohres absetzen und ansammeln. Di-
verse Reinigungsmaßnahmen können diesen Effekt zwar stark

verlangsamen, sind jedoch aufwändig und können den Prozess als solchen nicht verhindern.

Wünschenswert wäre ein Wärmetauscherrohr und eine Verwendung
5 betreffend das Wärmetauscherrohr, die einen verbesserten Wärmeübergang vorsehen. Wünschenswert wäre auch ein Wärmetauscher mit einem verbesserten Wirkungsgrad, der nicht unnötig durch einen verschlechterten Wärmeübergang bei einem Wärmetauscherrohr beeinträchtigt ist.

10

An dieser Stelle setzt die Erfindung an, deren Aufgabe es ist, ein Wärmetauscherrohr, einen Wärmetauscher und eine Verwendung betreffend ein Wärmetauscherrohr anzugeben, bei dem ein Wärmeübergang von einem Dampfmedium zu einem Kühlmedium
15 gegenüber üblichen Konzepten verbessert ist.

20

Die Aufgabe wird hinsichtlich eines Wärmetauscherrohrs durch ein Wärmetauscherrohr der eingangs genannten Art gelöst, bei dem erfindungsgemäß die Außenoberfläche mit einer Adhäsion des Dampfmediums an der Außenoberfläche verringernden
ersten Schicht versehen ist und/oder die Innenoberfläche mit einer Adhäsion des Kühlmediums an der Innenoberfläche verringernden zweiten Schicht versehen ist, wobei die zweite Schicht als eine die Belagbildung auf der Innenoberfläche
25 vermindernde Schicht ausgestaltet ist, wobei die zweite Schicht als Biozidschicht ausgestaltet ist.

30

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass für die Tropfenausbildung bzw. das Abtropfverhalten eines Dampfmediums an der Außenoberfläche des Wärmetauscherrohres die Oberflächen-
spannung des Rohrwerkstoffs von gravierender Bedeutung ist. Außerdem geht die Erfindung von der Überlegung aus, dass die Belagbildung auf der Innenoberfläche eines Wärmetauscherrohres in gravierendem Maß von den Hafteigenschaften der Oberfläche abhängt. Im Unterschied zu bisher üblichen Maßnahmen,
35 die entweder eine regelmäßige Reinigung der Oberflächen oder Zusätze im Dampf/Kühlmedium vorsehen, hat die Erfindung er-

kannt, dass es möglich ist, einerseits zur verbesserten Ausgestaltung der Oberflächenspannung einer Außenoberfläche, andererseits zur verbesserten Ausgestaltung der Hafteigenschaften einer Innenoberfläche eines Wärmetauscherrohres im Hinblick auf die oben erläuterten Anforderungen, möglich ist, die Außenoberfläche mit einer Adhäsion des Dampfmediums an der Außenoberfläche verringernden ersten Schicht zu versehen und/oder die Innenoberfläche mit einer Adhäsion des Kühlmediums an der Innenoberfläche verringernden zweiten Schicht zu versehen. Dadurch verringern sich die bisher üblichen aufwändigen Reinigungsmaßnahmen auf der Innenseite eines Wärmetauscherrohres und Maßnahmen betreffend Zusätze im Kühlmedium. Auf der Außenseite eines Wärmetauscherrohres war eine Reinigung nachteiligerweise bisher nicht üblich. Solche mit Einschränkungen versehenen Maßnahmen wurden bisher dennoch bevorzugt, da es bisher nicht möglich war, Wärmetauscherrohre obiger Art zur Verfügung zu stellen und insbesondere in einem Wärmetauscher vorzusehen. Ein Hauptgrund liegt unter anderem darin, dass die Rohre nach ihrer Fabrikation nur mit hohem Aufwand beschichtet werden können. Außerdem lassen sich nach der Herstellung der Rohre Innenbeschichtungen praktisch nicht mehr durchführen, da die Rohre eine Länge von in der Regel 10 m oder mehr besitzen. In einem Wärmetauscher obiger Art für ein Kraftwerk sind in der Regel Hunderte von Kilometern von Wärmetauscherrohren verlegt. Für ein Kernkraftwerk kann ein Wärmetauscher mehr als 1000 km verlegte Wärmetauscherrohre aufweisen.

Unter einer Schicht im obigen Sinne ist neben einer Beschichtung der Grundoberfläche, also der Außenoberfläche und/oder der Innenoberfläche des Wärmetauscherrohres auch eine mit der beanspruchten Funktionalität versehene Oberflächenbehandlung der Oberfläche eines Wärmetauscherrohres zu verstehen. Beispielsweise könnte die Oberfläche eines Wärmetauscherrohres durch geeignete Maßnahmen geglättet oder poliert werden. Als wesentlich effektiver im Sinne obiger Erfindung erweisen sich

jedoch Beschichtungsmaßnahmen, die im Weiteren erläutert sind.

5 Vorteilhafte Weiterbildung sind den Unteransprüchen zu entnehmen und geben im Einzelnen vorteilhafte Möglichkeiten an, ein Wärmetauscherrohr hinsichtlich seiner Oberflächengestaltung zu realisieren.

10 Es ist zweckmäßig eine Schicht als Beschichtung auszuführen. Besonders vorteilhaft ist die erste Schicht und/oder die zweite Schicht aus einer Anzahl von Unterschichten gebildet. Dabei können Unterschichten beispielsweise als Haftvermittlerschichten dienen. Um eine möglichst gute Haftung der die Adhäsion eines Fluids in Form von Dampf/Kühlmedium verrin-

15 gernden Schicht zu verbessern. Außerdem lassen sich eine Reihe von Coating-Maßnahmen hinsichtlich der Glättung oder Versiegelung einer Oberfläche und/oder der Adhäsion verringernden Schicht vorsehen.

20 Als besonders zweckmäßig hat es sich erwiesen, dass im Falle einer beidflächigen Beschichtung des Wärmetauscherrohrs, d. h. einer Beschichtung der Außenoberfläche und einer Beschichtung der Innenoberfläche die erste Schicht unterschiedlich zur zweiten Schicht ausgebildet ist. Vorteilhaft ist da-

25 zu die erste Schicht als eine die Oberflächenspannung des Rohrwerkstoffs auf der Außenoberfläche vermindernde Schicht ausgestaltet. Vorteilhaft ist dabei eine zweite Schicht als eine die Belagbildung auf der Innenoberfläche des Rohrwerkstoffes vermindernde Schicht ausgestaltet, also zur Verringerung der Hafteigenschaften der Innenoberfläche eines Wärmetauscherrohres ausgelegt. Im Rahmen der Weiterbildung ist er-

30 kannt worden, dass die erste, dampfseitige Schicht aufgrund ihrer Beaufschlagung mit Dampfmedium an der Außenseite des Wärmetauscherrohres anderen Anforderungen unterworfen ist, als die zweite, kühlmediumsseitige Schicht, die an der Innenseite des Wärmetauscherrohres mit Kühlmedium beaufschlagt

35 wird. Die erste und die zweite Schicht lassen sich also hin-

sichtlich ihrer Anforderungen auf unterschiedliche Weise optimieren.

Vorteilhaft ist die erste Schicht also als eine die Oberflächenspannung der Außenoberfläche vermindern-
5 de Schicht ausgestaltet. Dies vermindert vorteilhaft die Tropfenausbildung und das Abtropfverhalten des Dampfmediums bei einer Kondensation desselben.

10 Weiter erweist sich eine Antifoulingschicht als vorteilhaft. Solche Schichten reduzieren die Belagbildung und das Belagwachstum organischer Substanzen auf ein zu vernachlässigendes Maß. Ebenso kann eine toxisch wirkende Schicht auf die Innenoberfläche aufgetragen werden.

15 Insbesondere kann eine solche Schicht als Kupfer-Schicht ausgestaltet sein.

Die Erfindung führt zur Lösung der Aufgabe hinsichtlich des Wärmetauschers auf einen Wärmetauscher der eingangs genannten
20 Art, bei dem ein Wärmetauscherrohr erfindungsgemäß auf eine oben erläuterte Art ausgelegt ist.

Als ganz besonders zweckmäßig hat es sich erwiesen, dass das Wärmetauscherrohr als ein längsnahtgeschweißtes Wärmetauscherrohr ausgebildet ist. Das heißt, bei dem Wärmetauscherrohr verläuft eine Schweißnaht längs der länglichen Ausdehnung des Rohres und es ist im eingebauten Zustand des Rohres an der oberen Seite des Rohrquerschnitts angeordnet.

30 Es hat sich nämlich gezeigt, dass eine gemäß dem vorgeschlagenen Konzept ausgebildete Schicht, insbesondere Beschichtung, eines Wärmetauscherrohres vorteilhaft bereits bei Breit- oder Schmalbändern angebracht wird, aus denen Wärmetauscherrohre üblicherweise hergestellt werden. Breit- oder
35 Schmalbänder sind bandförmige Metallplatten der Wandstärke eines Wärmetauscherrohres, die anschließend zu einem entlang einer Längsnaht geschlitzten Schlitzrohr gerundet werden.

Dieses Schlitzrohr wird dann entlang der Längsnaht mit einer Schweißnaht zur Erstellung des Wärmetauscherrohres versehen. Da die gemäß dem Konzept der Erfindung vorgesehene Schicht, insbesondere Beschichtung, möglicherweise eine Beeinträchtigung des Schweißprozesses bzw. der Qualität der Schweißnaht mit sich bringen kann, kann die Schicht vor dem Schweißprozess im Bereich der Schweißnaht lokal wieder entfernt werden. Durch ein Entfernen der Schicht im Bereich der Schweißnaht wird der oben erläuterte Effekt der Schicht nur zu einem unwesentlichen Teil beeinträchtigt, so dass gemäß dem Konzept der Erfindung immer noch ca. 90 % bis 95 % der oben erläuterten gewünschten Effekte erzielt werden.

Vorteilhaft wird die Schicht unmittelbar vor dem Schweißprozess und noch im Einförmprozess des Bandes zum Schlitzrohr im Bereich des Schlitzes / der Schweißnaht entfernt.

Zweckmäßigerweise wird eine Beschichtung im lokalen Bereich der Schweißnaht durch eine örtlich lokale Maskierung des Schweißnahtbereichs während des Beschichtungsprozesses verhindert. Alternativ oder zusätzlich kann der Schweißnahtbereich beschliffen werden, so dass im Rahmen eines solchen Schleifprozesses eine bereits vorhandene Schicht, insbesondere Beschichtung, wieder entfernt wird.

Durch einen anschließenden Einbau eines Wärmetauscherrohres, bei dem die Schweißnaht längs der länglichen Ausdehnung des Rohres an der oberen Seite des Rohrquerschnitts angeordnet ist, also in einer Zwölf-Uhr-Lage, wird erreicht, dass die in einem solchen Fall nicht mit einer Schicht versehene Schweißnaht weniger durch Belagbildung beansprucht ist als die der Schweißnaht gegenüber liegende Seite und die übrigen Bereiche eines Wärmetauscherrohres. Durch diese vorteilhafte Maßnahme wird also erreicht, dass der Schweißprozess, der ein Schlitzrohr zum Wärmetauscherrohr fertig stellt, zum Einen nicht durch eine Schicht gemäß dem vorgeschlagenen Konzept beeinträchtigt wird, und zum Anderen dennoch ein besonders hoher

Anteil der oben erläuterten gewünschten Effekte, vorteilhaft in einem Bereich oberhalb von 95 Prozent, erreicht wird.

Die Aufgabe hinsichtlich einer Verwendung betreffend das Wärmetauscherrohr wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Verwendung eines eine Adhäsion eines Fluids an einer Oberfläche verringernden Schichtmaterials für eine Außenoberfläche an einer Außenseite eines Wärmetauscherrohres zur Beaufschlagung mit einem Dampfmedium und für eine Innenoberfläche an einer Innenseite des Wärmetauscherrohres zur Beaufschlagung mit einem Kühlmedium.

Insbesondere ist die Außenoberfläche mit einer eine Adhäsion des Dampfmediums an der Außenoberfläche verringernde erste Schicht versehen ist und/oder die Innenoberfläche ist mit einer eine Adhäsion des Kühlmediums an der Innenoberfläche verringernden zweiten Schicht versehen.

Es hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, dass ein auf Polytetrafluorethylen (PTFE) basierendes Material als Schichtmaterial verwendet wird. Dazu kann vorteilhaft ein Material verwendet werden, das PTFE in Form von Teflon enthält.

Weiter hat sich erwiesen, dass ein auf einem Kohlenstoffsystem basierendes Material als Schichtmaterial vorteilhaft ist. Insbesondere hat sich ein gemäß einem Diamond-like-System (DLC-System) aufgebautes Material als besonders vorteilhaft erwiesen.

Weiter hat sich ein, auf einem organischen Silikatnetzwerk basierendes Material zur Verwendung als Schichtmaterial als besonders vorteilhaft erwiesen. Solche organische Silikatnetzwerke lassen sich vorteilhaft als Außenoberfläche bestehend aus Nanopartikeln ausbilden, welche die Antihafteigenschaften einer Oberfläche, insbesondere einer Innenoberfläche des Wärmetauscherrohres maßgeblich verringern. Ganz ähnlich

erweist sich eine DLC-System-Oberfläche auf einer Innenoberfläche des Wärmetauscherrohres als besonders vorteilhaft.

Ein auf einem Polytetrafluorethylen basierendes Schichtmaterial kann besonders vorteilhaft auf einer Außenoberfläche eines Wärmetauscherrohres verwendet werden.

Die Verwendung aller genannten Schichtmaterialien für ein Wärmetauscherrohr gemäß dem oben erläuterten Konzept lässt sich gemäß der Erkenntnis der Erfindung auf überraschende Weise vorteilhaft verwirklichen, denn nach bisher üblichen Maßnahmen ließen sich Schichten der oben genannten Art auf Wärmetauscherrohren gar nicht realisieren und konnten deshalb für einen Fachmann nicht in Betracht kommen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. Diese soll die Ausführungsbeispiele nicht maßgeblich darstellen, vielmehr ist die Zeichnung, wo zur Erläuterung dienlich, in schematisierter und/oder leicht verzerrter Form ausgeführt. Im Hinblick auf Ergänzungen der aus der Zeichnung unmittelbar erkennbaren Lehren wird auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen. Im Einzelnen zeigt die Zeichnung in:

FIG 1 den Querschnitt eines Wärmetauscherrohres im eingebauten Zustand gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform;

FIG 2 eine schematische Darstellung eines Wärmetauschers gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform mit einer Kühlmediumführung und einer Dampfmediumführung.

FIG 1 zeigt ein Wärmetauscherrohr 1 im eingebauten Zustand bei einem Wärmetauscher, wie er schematisch in FIG 2 gezeigt ist. Die hier gezeigte besonders bevorzugte Ausführungsform des Wärmetauscherrohres 1 im eingebauten Zustand sieht eine Adhäsion eines Fluids an einer Oberfläche 3, 5 des Wärmetau-

5 scherrohrs 1 verringernde Schicht 7, 9 vor. Das Wärmetau-
scherrohr 1 weist eine dampfseitige Außenoberfläche 3 an sei-
ner Außenseite 4 zur Beaufschlagung mit einem Dampfmedium 25
auf und eine kühlmediumseitige Innenoberfläche 5 an seiner
10 Innenseite 6 zur Beaufschlagung mit einem Kühlmedium 27 auf.
Die Außenoberfläche 3 ist mit einer eine Adhäsion des Dampf-
mediums an der Außenoberfläche 3 verringernden ersten Schicht
7 versehen. Die Innenoberfläche 5 ist mit einer eine Adhäsion
des Kühlmediums an der Innenoberfläche 5 verringernden zwei-
10 ten Schicht 9 versehen.

Die erste, dampfseitige Schicht 7 ist vorliegend aus einem
Schichtmaterial gefertigt, das ein auf einem PTFE (Polytetra-
fluorethylen) basierendes Material ist. Vorliegend wird ein
15 Gemisch aus Teflon und anderen Komponenten bevorzugt. Die
zweite, kühlmediumseitige Schicht 9 ist vorliegend ein auf
einem organischen Silikatnetzwerk basierendes Material. Die-
ses Material wurde vorliegend zur Bildung von Nanopartikeln
nach einem so genannten Sol-Gel-Prozess hergestellt und weist
20 damit eine im Nanometerbereich strukturierte Oberfläche auf.
Es hat sich gezeigt, dass diese Art der Beschichtung mit ei-
ner zweiten Schicht 9 auf einer Innenoberfläche 5 besonders
vorteilhaft die Hafteigenschaften eines Kühlmediums und damit
die Ablagerung und Ansammlung von organischem und anorgani-
25 schem Material auf der Innenoberfläche 5 des Wärmetauscher-
rohres 1 verhindert. Eine erste Schicht 7 auf einer Außen-
oberfläche 3 des Wärmetauscherrohres 1 auf Polytetrafluor-
ethylen-Basis weist eine besonders geringe Oberflächenspan-
nung auf und verringert damit die Tropfenausbildung an der
30 Oberfläche und soweit Tropfen gebildet werden, das Abtropf-
verhalten wird derart verändert, dass sich keinerlei Konden-
sationsfilme auf der Außenoberfläche 3 des Wärmetauscherroh-
res 1 bilden können.

35 Das in dieser Ausführungsform gezeigte Wärmetauscherrohr 1
ist vorteilhaft aus einem Schmalband hergestellt, das bereits
als Solches auf seiner der Innenoberfläche 5 zugeordneten

Fläche mit einem organischen Silikatnetzwerk der Schicht 9 zur Bildung einer Innenseite 6 versehen wurde und auf einer der Außenoberfläche 3 zugeordneten Fläche mit einem auf Polytetrafluorethylen basierenden Material zur Bildung einer Außenseite 4 versehen wurde. Im Rahmen des weiteren Herstellungsprozesses wurde das Schmalband im Bereich 11, also an seinen Rändern, die später im Bereich 11 der Schweißnaht 13 liegen würden, bereits beim Beschichtungsprozess zur Bildung der Schichten 9, 7 maskiert und bei dieser Ausführungsform anschließend angeschliffen, so dass der Bereich 11 der Schweißnaht 13 beschichtungsfrei blieb. Der Anschleifschritt kann im Rahmen einer Abwandlung auch entfallen. Nach der Verwindung des Schmalbandes zum Schlitzrohr im weiteren Herstellungsschritt konnte die Schweißnaht 13 am Schlitzrohr zur Fertigstellung des Wärmetauscherrohres angebracht werden, ohne dabei nachteilige Auswirkungen einer Beschichtung 9, 7 auf den Schweißprozess in Kauf nehmen zu müssen.

Im eingebauten Zustand wird das Wärmetauscherrohr 1 in einem Wärmetauscher 17 in der in FIG 1 gezeigten Zwölf-Uhr-Lage eingebaut, d. h. die Schweißnaht 13 befindet sich an der oberen Seite 15 des Rohrquerschnitts.

Im Rahmen einer Abwandlung kann ein Wärmetauscherrohr, im Wesentlichen mit dem gleichen oben erläuterten Herstellungsverfahren, lediglich im Bereich seiner Drei-Uhr-Lage bis Neun-Uhr-Lage beschichtet werden. Es hat sich nämlich gezeigt, dass insbesondere der Bereich um die Sechs-Uhr-Lage bei einem Wärmetauscherrohr besonders korrosions- und belaganfällig ist. Insbesondere verbleiben oftmals, z. B. vor allem bei einer Entleerung des Wärmetauscherrohres, Schwebstoffe in dem Bereich der Sechs-Uhr-Lage auf der Innenseite des Wärmetauscherrohres. Wenigstens der Bereich um die Sechs-Uhr-Lage, z. B. ein 45°-Winkel-Bereich, ein 90°-Winkel-Bereich, vorzugsweise ein 120°-Winkel-Bereich und insbesondere ein 180°-Winkel-Bereich oder ein jeweils größerer Winkel-Bereich, ist im Rahmen der Abwandlung mit einer Schicht versehen.

FIG 2 zeigt schematisch einen Wärmetauscher 17 mit einer Kühlmediumführung 19 und einer Dampfmediumführung 21. Die Kühlmediumführung 19 weist zur Führung des Kühlmediums 27 eine Vielzahl von in FIG 1 näher erläuterten Wärmetauscherrohren 23 auf, die in der FIG 2 lediglich schematisch gezeigt sind. Das Kühlmedium 27 wird dabei an der Innenseite 6 der Wärmetauscherrohre 23 geführt. Die Dampfzuführung 21 sieht die Beaufschlagung der Außenseite 4 der Wärmetauscherrohre 23 mit einem Dampfmedium 25 vor.

Um eine, den Wärmeübergang bei Wärmetauscherrohren 1, 23 behindernde Filmbildung zu vermeiden, ist bei einem Wärmetauscherrohr 1, 23 mit einer auf einer Außenoberfläche 3 liegenden Außenseite 4 zur Beaufschlagung mit einem Dampfmedium und einer auf einer Innenoberfläche 5 liegenden Innenseite 6 zur Beaufschlagung mit einem Kühlmedium gemäß dem vorgeschlagenen Konzept vorgesehen, dass die Außenoberfläche 3 mit einer ersten Schicht 7 versehen ist und/oder die Innenoberfläche 5 mit einer zweiten Schicht 9 versehen ist. Das Konzept führt auf einen Wärmetauscher 17 und eine Verwendung.

Patentansprüche

1. Wärmetauscherrohr (1) mit einer auf einer Außenober-
fläche (3) liegenden Außenseite (4) zur Beaufschlagung mit
5 einem Dampfmedium (25) und einer auf einer Innenoberfläche
(5) liegenden Innenseite (6) zur Beaufschlagung mit einem
Kühlmedium (27),
wobei die Außenoberfläche (3) mit einer eine Adhäsion des
Dampfmediums (25) an der Außenoberfläche (3) verringernden
10 ersten Schicht (7) versehen ist, und/oder
die Innenoberfläche (5) mit einer eine Adhäsion des Kühl-
mediums (27) an der Innenoberfläche (5) verringernden
zweiten Schicht (9) versehen ist,
dadurch gekennzeichnet, dass
15 die zweite Schicht (9) als eine die Belagbildung auf der
Innenoberfläche (5) vermindernde Schicht ausgestaltet ist,
wobei die zweite Schicht als Biozidschicht ausgestaltet
ist.
- 20
2. Wärmetauscherrohr (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die erste Schicht (7) und/oder die zweite Schicht (9)
durch eine Anzahl von Unterschichten gebildet ist.
- 25
3. Wärmetauscherrohr (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
im Falle einer beidflächigen Beschichtung (7, 9) des Wär-
metauscherrohres (1) die erste Schicht (7) unterschiedlich
30 zur zweiten Schicht (9) ausgebildet ist.
4. Wärmetauscherrohr (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
35 dadurch gekennzeichnet, dass
die erste Schicht (7) als eine die Oberflächenspannung der
Außenoberfläche (3) vermindernde Schicht ausgestaltet ist.

5. Wärmetauscher (17) mit einer Kühlmediumführung (19) und einer Dampfmediumführung (21), wobei
5 die Kühlmediumführung (19) eine Vielzahl von Wärmetauscherrohren (23) zur Führung von Kühlmedium (27) an der Innenseite (6) eines Wärmetauscherrohres (1, 23) aufweist, und
10 die Dampfmediumführung (21) zur Beaufschlagung einer Außenseite (4) eines Wärmetauscherrohres (1, 23) mit Dampfmedium (25) ausgelegt ist, dadurch gekennzeichnet, dass ein Wärmetauscherrohr (1, 23) nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildet ist.

15
6. Wärmetauscher nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Wärmetauscherrohr (1, 23) als ein längsnahtgeschweißtes Wärmetauscherrohr (1) ausgebildet ist, bei dem eine
20 Schweißnaht (13) längs der länglichen Ausdehnung des Wärmetauscherrohres (1, 23) verläuft und im eingebauten Zustand des Wärmetauscherrohres (1, 23) an der oberen Seite (15) des Rohrquerschnitts angeordnet ist.

25
7. Verwendung eines eine Adhäsion eines Fluids an einer Oberfläche verringernden Schichtmaterials für eine Außenoberfläche (3) an einer Außenseite (4) eines Wärmetauscherrohres (1, 23) zur Beaufschlagung mit einem Dampfmedium (25) und für eine Innenoberfläche (5) an einer Innenseite (6) des Wärmetauscherrohres (1, 23) zur Beaufschlagung mit einem Kühlmedium (27).

8. Verwendung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Außenoberfläche (3) mit einer eine Adhäsion des Dampf-
mediums (25) an der Außenoberfläche (3) verringernden er-
5 sten Schicht (7) versehen ist, und/oder die Innenober-
fläche (5) mit einer eine Adhäsion des Kühlmediums (27) an
der Innenoberfläche (5) verringernden zweiten Schicht (9)
versehen ist.

10

9. Verwendung nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Schichtmaterial ein auf PTFE (Polytetrafluorethylen)
basierendes Material ist.

15

10. Verwendung nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Schichtmaterial ein auf einem Kohlenstoffsystem basie-
20 rendes Material ist.

20

11. Verwendung nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
25 das Schichtmaterial ein auf einem organischen Silicatnetz-
werk basierendes Material ist.

25

30

1/1

FIG 1

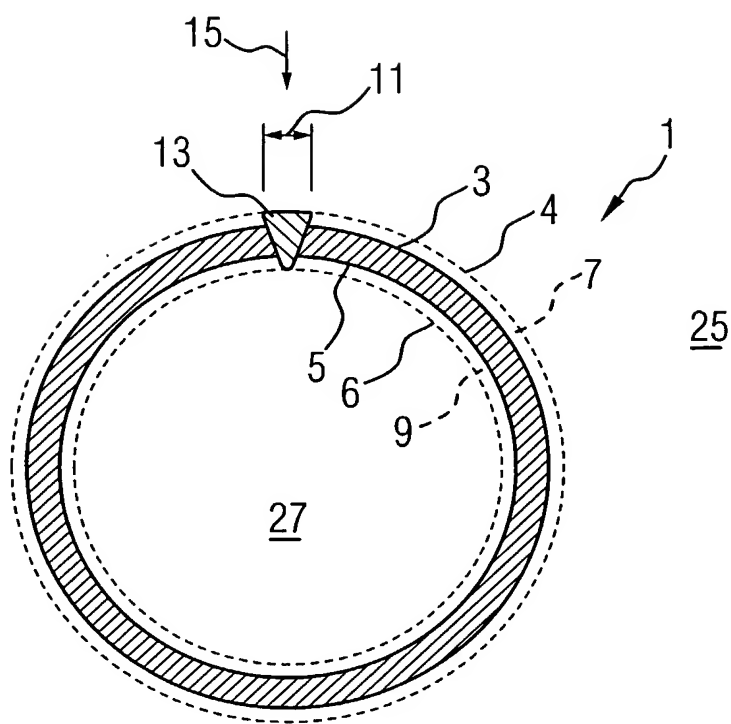
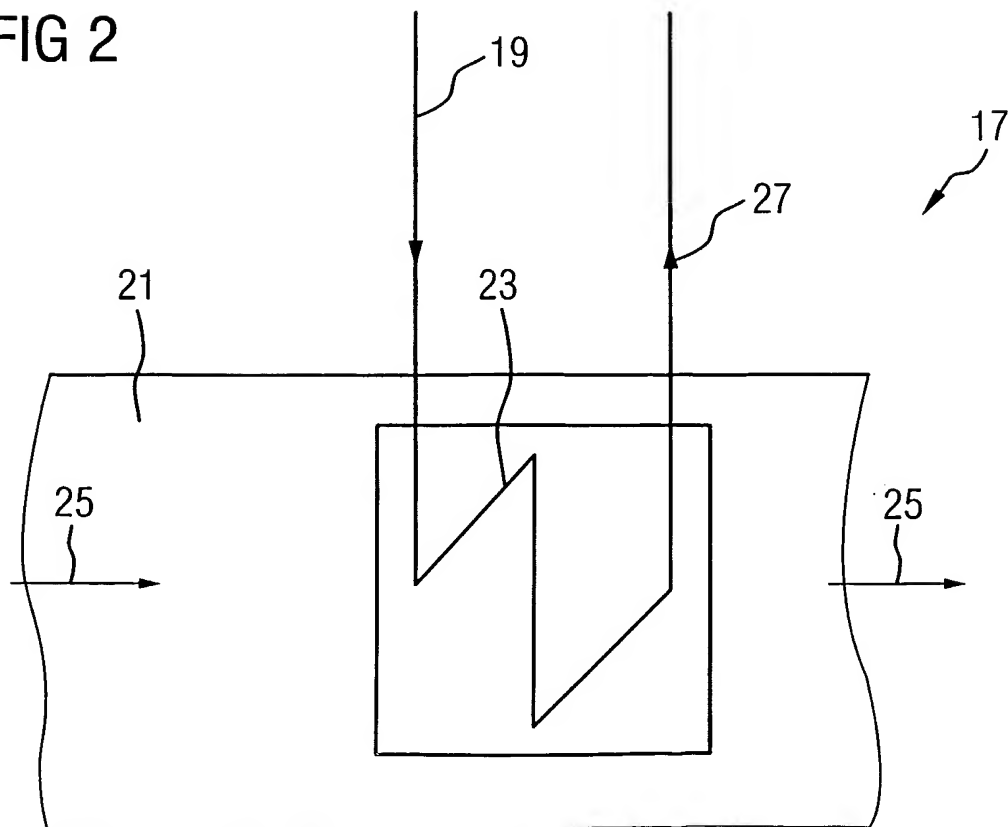


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/000883

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F28F13/04 F28F13/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F28F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 1 042 386 A (SERCK TUBES LTD) 14 September 1966 (1966-09-14)	1-5, 7-9
Y	the whole document	10, 11
Y	----- WO 02/40934 A (BLANGETTI FRANCISCO ; ALSTOM SWITZERLAND LTD (CH); REISS HARALD (DE)) 23 May 2002 (2002-05-23)	10
A	page 4, line 17 - line 27	2
Y	----- CH 286 241 A (BBC BROWN BOVERI & CIE) 15 October 1952 (1952-10-15)	11
X	----- EP 0 581 820 A (GLYNWED PLASTICS) 9 February 1994 (1994-02-09) column 6, line 40 - line 48; claims 1,14; figures	1, 4-9
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 April 2005

Date of mailing of the international search report

20/05/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mootz, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/000883

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	GB 22535 A A.D. 1911 (THE YORKSHIRE COPPER WORKS, LIMITED; KENNETH FRASER) 25 July 1912 (1912-07-25) page 2, line 9 - line 11 -----	1
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 375 (M-545), 13 December 1986 (1986-12-13) & JP 61 168797 A (SUMITOMO LIGHT METAL IND LTD), 30 July 1986 (1986-07-30) abstract -----	1
X	FR 2 414 182 A (UGINE GUEUGNON TOLES INOXYD SPEC) 3 August 1979 (1979-08-03) page 3, line 10 - line 30 -----	1
X	US 3 265 124 A (REYS JOHN) 9 August 1966 (1966-08-09) claims 1-4; figures -----	1,4
A	US 5 014 774 A (SIAK ET AL) 14 May 1991 (1991-05-14) column 1, line 44 - line 68; figures -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/000883

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 1042386	A	14-09-1966	NONE	
WO 0240934	A	23-05-2002	DE 10056242 A1 AU 1259702 A CA 2428650 A1 CN 1474929 A EP 1344013 A1 WO 0240934 A1 JP 2004514110 T US 2004069466 A1	23-05-2002 27-05-2002 23-05-2002 11-02-2004 17-09-2003 23-05-2002 13-05-2004 15-04-2004
CH 286241	A	15-10-1952	NONE	
EP 0581820	A	09-02-1994	DE 69220486 D1 DE 69220486 T2 EP 0581820 A1 GR 3024571 T3 JP 6506757 T NO 933832 A AT 154679 T DK 581820 T3 ES 2103942 T3 WO 9219904 A1 GB 2255148 A , B	24-07-1997 16-10-1997 09-02-1994 31-12-1997 28-07-1994 25-10-1993 15-07-1997 29-09-1997 01-10-1997 12-11-1992 28-10-1992
GB 191122535	A	25-07-1912	NONE	
JP 61168797	A	30-07-1986	JP 1805021 C JP 5014199 B	26-11-1993 24-02-1993
FR 2414182	A	03-08-1979	FR 2414182 A1	03-08-1979
US 3265124	A	09-08-1966	NONE	
US 5014774	A	14-05-1991	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F28F13/04 F28F13/18

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETERecherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F28F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 1 042 386 A (SERCK TUBES LTD) 14. September 1966 (1966-09-14)	1-5, 7-9
Y	das ganze Dokument	10, 11
Y	----- WO 02/40934 A (BLANGETTI FRANCISCO ; ALSTOM SWITZERLAND LTD (CH); REISS HARALD (DE)) 23. Mai 2002 (2002-05-23)	10
A	Seite 4, Zeile 17 - Zeile 27	2
Y	----- CH 286 241 A (BBC BROWN BOVERI & CIE) 15. Oktober 1952 (1952-10-15)	11
X	----- EP 0 581 820 A (GLYNWED PLASTICS) 9. Februar 1994 (1994-02-09) Spalte 6, Zeile 40 - Zeile 48; Ansprüche 1, 14; Abbildungen	1, 4-9
	----- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. April 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20/05/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mootz, F

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	GB 22535 A A.D. 1911 (THE YORKSHIRE COPPER WORKS, LIMITED; KENNETH FRASER) 25. Juli 1912 (1912-07-25) Seite 2, Zeile 9 - Zeile 11 -----	1
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 010, Nr. 375 (M-545), 13. Dezember 1986 (1986-12-13) & JP 61 168797 A (SUMITOMO LIGHT METAL IND LTD), 30. Juli 1986 (1986-07-30) Zusammenfassung -----	1
X	FR 2 414 182 A (UGINE GUEUGNON TOLES INOXYD SPEC) 3. August 1979 (1979-08-03) Seite 3, Zeile 10 - Zeile 30 -----	1
X	US 3 265 124 A (REYS JOHN) 9. August 1966 (1966-08-09) Ansprüche 1-4; Abbildungen -----	1,4
A	US 5 014 774 A (SIK ET AL) 14. Mai 1991 (1991-05-14) Spalte 1, Zeile 44 - Zeile 68; Abbildungen -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/000883

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 1042386	A	14-09-1966	KEINE	
WO 0240934	A	23-05-2002	DE 10056242 A1	23-05-2002
			AU 1259702 A	27-05-2002
			CA 2428650 A1	23-05-2002
			CN 1474929 A	11-02-2004
			EP 1344013 A1	17-09-2003
			WO 0240934 A1	23-05-2002
			JP 2004514110 T	13-05-2004
			US 2004069466 A1	15-04-2004
CH 286241	A	15-10-1952	KEINE	
EP 0581820	A	09-02-1994	DE 69220486 D1	24-07-1997
			DE 69220486 T2	16-10-1997
			EP 0581820 A1	09-02-1994
			GR 3024571 T3	31-12-1997
			JP 6506757 T	28-07-1994
			NO 933832 A	25-10-1993
			AT 154679 T	15-07-1997
			DK 581820 T3	29-09-1997
			ES 2103942 T3	01-10-1997
			WO 9219904 A1	12-11-1992
			GB 2255148 A ,B	28-10-1992
GB 191122535	A	25-07-1912	KEINE	
JP 61168797	A	30-07-1986	JP 1805021 C	26-11-1993
			JP 5014199 B	24-02-1993
FR 2414182	A	03-08-1979	FR 2414182 A1	03-08-1979
US 3265124	A	09-08-1966	KEINE	
US 5014774	A	14-05-1991	KEINE	